

Multidimensional Ecosystem Services Index (MESI)

Charles Figuières¹, Jean-Olivier Irisson², Gabriel
Reygondeau³, Maria Noel Pi Alperin, Mariam Sy,
Jean-Michel Salles¹

¹INRA-LAMETA, Montpellier ²LOV, Villefranche sur Mer ³University of
British Columbia, FC, Canada ⁴CEPS/INSTEAD, Luxembourg

Workshop MERMEX, Luminy, avril 2015

Introduction

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Problème** : services écosystémiques dégradés ou exploités de manière non rationnelle
- **Enjeu 1** : **quantifier** les avantages que la Nature nous offre afin d'être conscient de l'importance des écosystèmes
- **Enjeu 2** : **orienter** les décideurs publics dans leurs projets de conservation, pour repérer les **zones géographiques** à protéger
- Comment établir des priorités ? Avec une **batterie d'indicateurs** ? Un **indice synthétique** ? Sous certaines conditions (en particulier la "continuité"), les deux voies sont équivalentes...

Introduction

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Problème** : services écosystémiques dégradés ou exploités de manière non rationnelle
- **Enjeu 1** : **quantifier** les avantages que la Nature nous offre afin d'être conscient de l'importance des écosystèmes
- **Enjeu 2** : **orienter** les décideurs publics dans leurs projets de conservation, pour repérer les **zones géographiques** à protéger
- Comment établir des priorités ? Avec une **batterie d'indicateurs** ? Un **indice synthétique** ? Sous certaines conditions (en particulier la "continuité"), les deux voies sont équivalentes...

Introduction

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Problème** : services écosystémiques dégradés ou exploités de manière non rationnelle
- **Enjeu 1** : **quantifier** les avantages que la Nature nous offre afin d'être conscient de l'importance des écosystèmes
- **Enjeu 2** : **orienter** les décideurs publics dans leurs projets de conservation, pour repérer les **zones géographiques** à protéger
- Comment établir des priorités ? Avec une **batterie d'indicateurs** ? Un **indice synthétique** ? Sous certaines conditions (en particulier la "continuité"), les deux voies sont équivalentes...

Introduction

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Problème** : services écosystémiques dégradés ou exploités de manière non rationnelle
- **Enjeu 1** : **quantifier** les avantages que la Nature nous offre afin d'être conscient de l'importance des écosystèmes
- **Enjeu 2** : **orienter** les décideurs publics dans leurs projets de conservation, pour repérer les **zones géographiques** à protéger
- Comment établir des priorités ? Avec une **batterie d'indicateurs** ? Un **indice synthétique** ? Sous certaines conditions (en particulier la "continuité"), les deux voies sont équivalentes...

Introduction (suite)

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- Approche **anthropocentrée** de la valeur plutôt qu'**écocentrée**
- Mais... approche **déontologique** (par opp. à conséquentialiste). Approche non standard en économie, **optique Rawlsienne...**
- **MESI** \equiv moyenne de moyennes pondérées de services rendus par groupes fonctionnels.
- Des propriétés intéressantes : MESI permet la **comparaison** de zones de surfaces différentes, est **décomposable** (par groupes fonctionnels, par catégories de services, par zones géographiques,...)

Introduction (suite)

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- Approche **anthropocentrée** de la valeur plutôt qu'**écocentrée**
- Mais... approche **déontologique** (par opp. à conséquentialiste). Approche non standard en économie, **optique Rawlsienne...**
- **MESI** \equiv moyenne de moyennes pondérées de services rendus par groupes fonctionnels.
- Des propriétés intéressantes : MESI permet la **comparaison** de zones de surfaces différentes, est **décomposable** (par groupes fonctionnels, par catégories de services, par zones géographiques,...)

Introduction (suite)

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- Approche **anthropocentrée** de la valeur plutôt qu'**écocentrée**
- Mais... approche **déontologique** (par opp. à conséquentialiste). Approche non standard en économie, **optique Rawlsienne...**
- **MESI** \equiv moyenne de moyennes pondérées de services rendus par groupes fonctionnels.
- Des propriétés intéressantes : MESI permet la **comparaison** de zones de surfaces différentes, est **décomposable** (par groupes fonctionnels, par catégories de services, par zones géographiques,...)

Plan

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

① Construction de MESI

Théorie
Données

② Cartes

③ Conclusion

L'indice MESI

- Soit un ensemble de N espèces
- pour chaque espèce i on a un m -vecteur,

$$\bar{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}) \in \mathbb{R}_+^m,$$

où la j -ème coordonnée de \bar{x}_i spécifie l'intensité avec laquelle i fournit le service j :

- $x_{ij} = 1$, si l'espèce i fournit totalement le service j
- $x_{ij} = 0$, si l'espèce i ne fournit pas du tout le service j
- $0 < x_{ij} < 1$, si l'espèce i fournit partiellement le service j

L'indice MESI

- Soit un ensemble de N espèces
- pour chaque espèce i on a un m -vecteur,

$$\bar{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}) \in \mathbb{R}_+^m,$$

où la j -ème coordonnée de \bar{x}_i spécifie l'intensité avec laquelle i fournit le service j :

- $x_{ij} = 1$, si l'espèce i fournit totalement le service j
- $x_{ij} = 0$, si l'espèce i ne fournit pas du tout le service j
- $0 < x_{ij} < 1$, si l'espèce i fournit partiellement le service j

L'indice MESI (suite)

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

Mesure de la **contribution globale de l'espèce i aux services écosystémiques** ?

$$\mu_S(i) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} * w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}, \quad (1)$$

où w_j est un poids attaché au service j .

MESI est une **moyenne pondérée des $\mu_S(i)$** :

$$MESI \equiv \frac{\sum_{i=1}^N \mu_S(i) * n_i}{\sum_{i=1}^N n_i}. \quad (2)$$

En pratique, il faut des informations (proxys) sur l'abondance relative des espèces (n_i/N) et sur leurs contributions aux SE (x_{ij}).

L'indice MESI (suite)

Mesure de la **contribution globale de l'espèce i aux services écosystémiques** ?

$$\mu_S(i) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} * w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}, \quad (1)$$

où w_j est un poids attaché au service j .

MESI est une **moyenne pondérée des $\mu_S(i)$** :

$$MESI \equiv \frac{\sum_{i=1}^N \mu_S(i) * n_i}{\sum_{i=1}^N n_i}. \quad (2)$$

En pratique, il faut des informations (proxys) sur l'abondance relative des espèces (n_i/N) et sur leurs contributions aux SE (x_{ij}).

L'indice MESI (suite)

Mesure de la **contribution globale de l'espèce i aux services écosystémiques** ?

$$\mu_S(i) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} * w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}, \quad (1)$$

où w_j est un poids attaché au service j .

MESI est une **moyenne pondérée des $\mu_S(i)$** :

$$MESI \equiv \frac{\sum_{i=1}^N \mu_S(i) * n_i}{\sum_{i=1}^N n_i}. \quad (2)$$

En pratique, il faut des informations (proxys) sur l'abondance relative des espèces (n_i/N) et sur leurs contributions aux SE (x_{ij}).

Construction des données

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figüières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Distribution des espèces n_i/N** : estimation par **modèle de niche**
- 609 espèces modélisées pour le compartiment épipélagique
- regroupées en 18 groupes d'intérêt pour l'homme ou fonctionnels (inspiré d'un modèle écologique, Renaud et al, 2013)
- **Contributions x_{ij}** : obtenues à **dire d'experts**, via interviews (34 réponses) et via web : <http://mesi.obs-vlfr.fr> diffusé auprès experts MERMEX, COCONET, PERSEUS (34 réponses)

Construction des données

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- **Distribution des espèces n_i/N** : estimation par **modèle de niche**
- 609 espèces modélisées pour le compartiment épipélagique
- regroupées en 18 groupes d'intérêt pour l'homme ou fonctionnels (inspiré d'un modèle écologique, Renaud et al, 2013)
- **Contributions x_{ij}** : obtenues à **dires d'experts**, via interviews (34 réponses) et via web :
<http://mesi.obs-vlfr.fr> diffusé auprès experts MERMEX, COCONET, PERSEUS (34 réponses)

Estimation distribution des espèces par modèles de niche

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

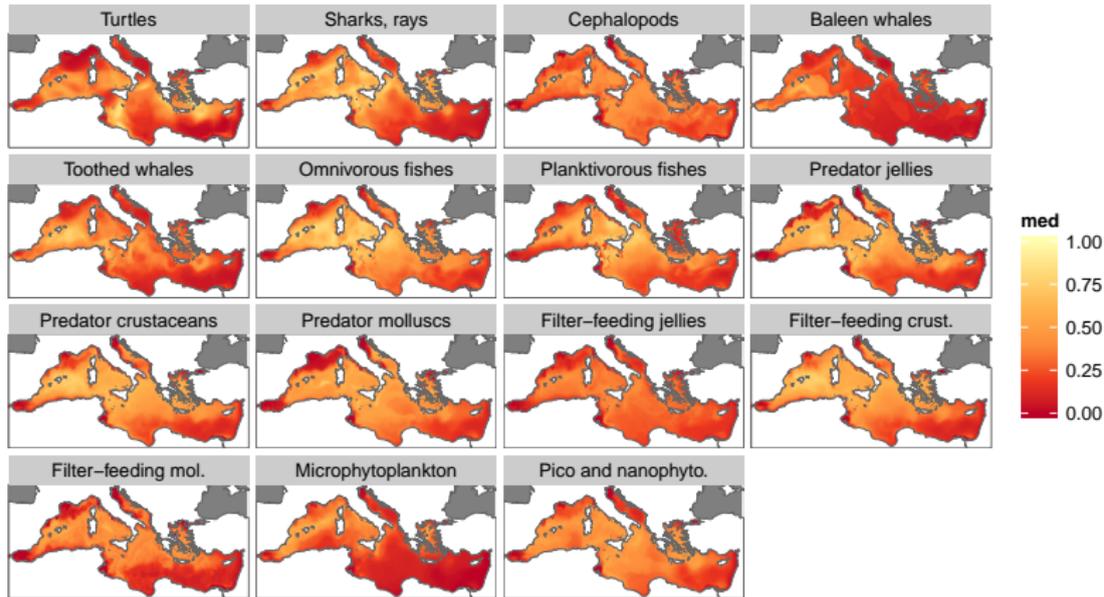
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



Contributions des groupes fonctionnels aux services écosystémiques

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

Multivariate Ecosystem Services Index

We solicit your help to quantify ecosystem services in the *surface* layer (from 0 to 150 m depth) of the *pelagic* realm (bottom depth > 50 m) of the *Mediterranean*.

The goal is to get a first, synthetic view of ecosystem services levels across the whole basin. For this, we ask for **your estimate** of the contribution of various functional groups to relevant ecosystem services. You can [learn more about the scientific context of the study](#), in the frame of the [MERMEX](#) and [PERSEUS](#) programs.

In the matrix below, fill lines of functional groups or the columns of services you are knowledgeable about. You **do not have to fill the whole matrix**, but do not limit yourself either (you probably know more than an average person on any group or service). To get examples of what fits in each functional group or category of service, place the mouse over the name.

First, in the "Expertise" column, evaluate your **knowledge** of the functional group:

- 0% means you are as knowledgeable as a member of the general public;
- 100% means colleagues in your field come to you for advice on this group.

Then, in all other columns, estimate how much each group could **directly contribute** to each ecosystem service:

- 0% means the functional group does not contribute at all;
- 100% means that, when abundant enough, this functional group **alone** could provide the service **completely**. This can be true for several services; lines or columns **do not necessarily** sum to 100.
- Deleterious effects can be expressed as **negative** percentages.

IMPORTANT: Only direct effects should be considered. Indirect effects, through the food web, will be taken in account in another way. For example, even though phytoplankton is necessary for everything else to live, it is not directly edible, so its direct contribution to "Food" should be low or zero.

Expertise	Provisioning services				Regulating services				Cultural services		Support services					
	Food	Medical resources	Biotechnology resources	Energy	Ornamental resources	Minerals and materials	Air quality regulation	Climate regulation	Organic waste processing	Science and culture	Aesthetics and inspiration	Cultural heritage	Recreation and ecotourism	Primary production	Di-oxygen production	Nutrient cycling
Turtles																
Sharks, rays																
Cephalopods																
Marine birds																
Seals																
Baleen whales																
Toothed whales																
Omnivorous fishes																

Contributions groupes fonctionnels aux SE : nb de réponses

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

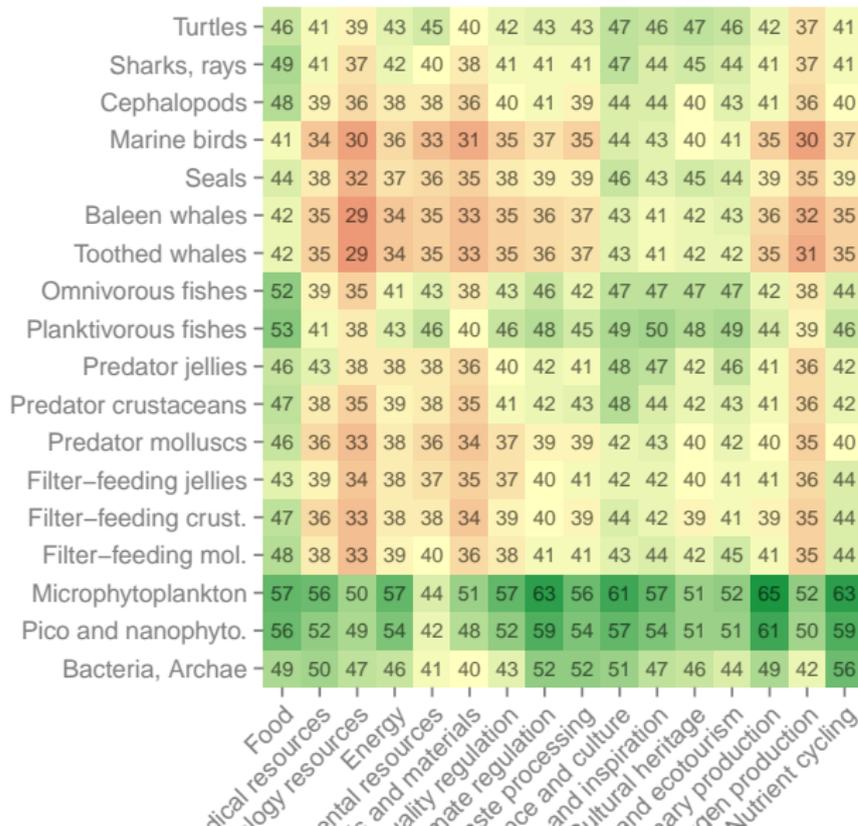
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



Contributions groupes fonctionnels aux SE : matrice médiane

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

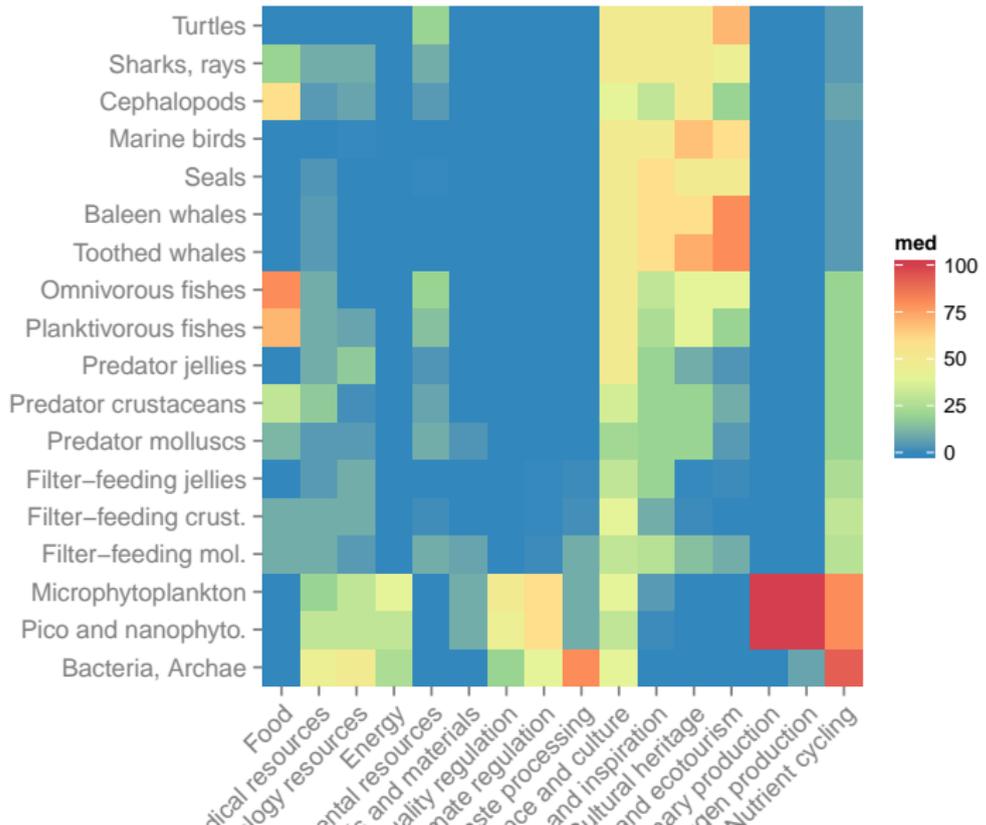
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



Contributions groupes fonctionnels aux SE : structure des réponses

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

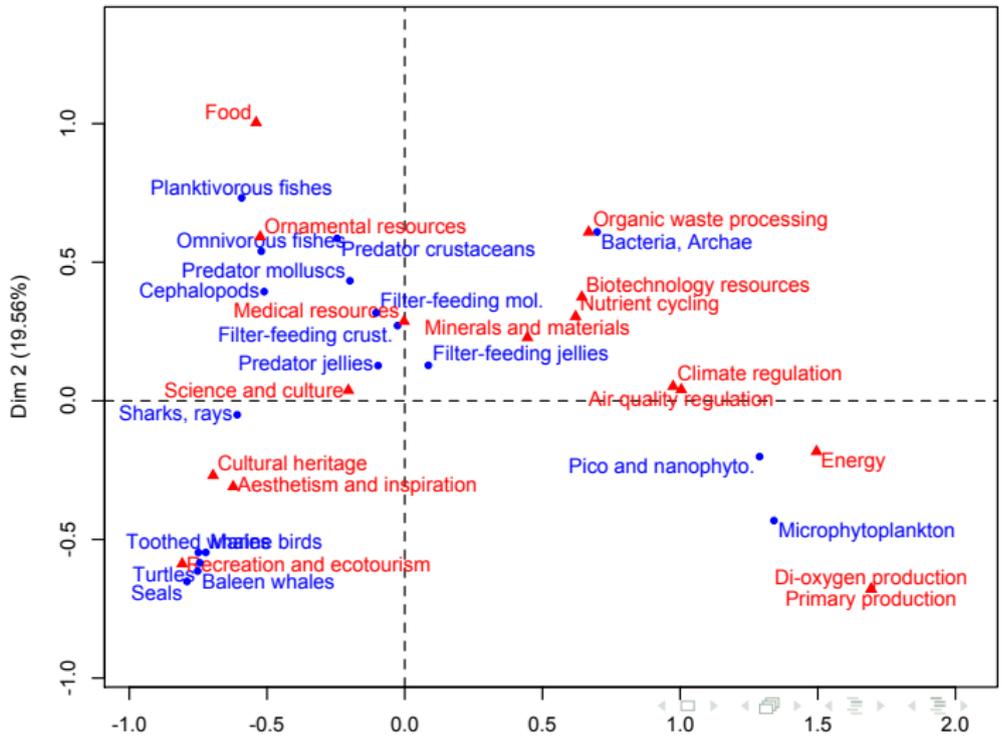
Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

CA factor map



Carte globale de MESI

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

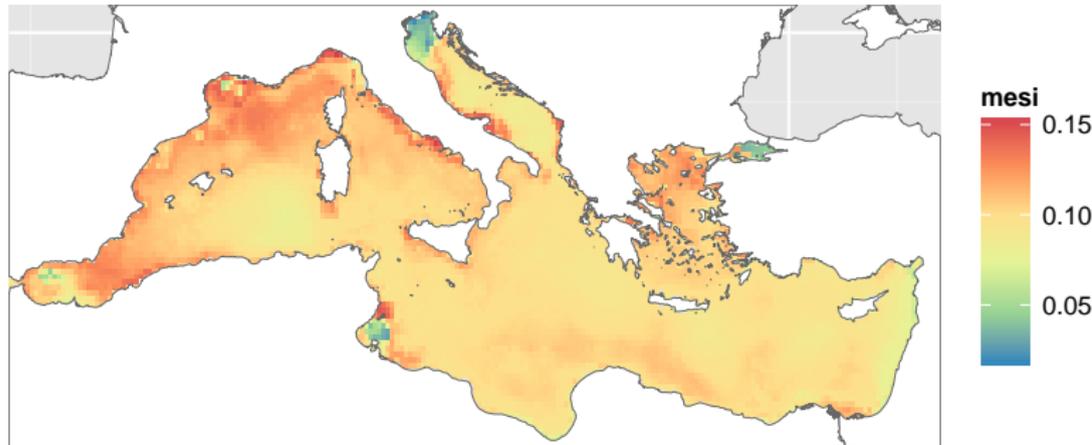
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



- Nord-ouest plus "riche" que le sud et l'est
- MESI peut-être un guide pour établir des MPA pélagiques

Carte globale de MESI

Multidimensionnel
Ecosystem
Services
Index (MESI)

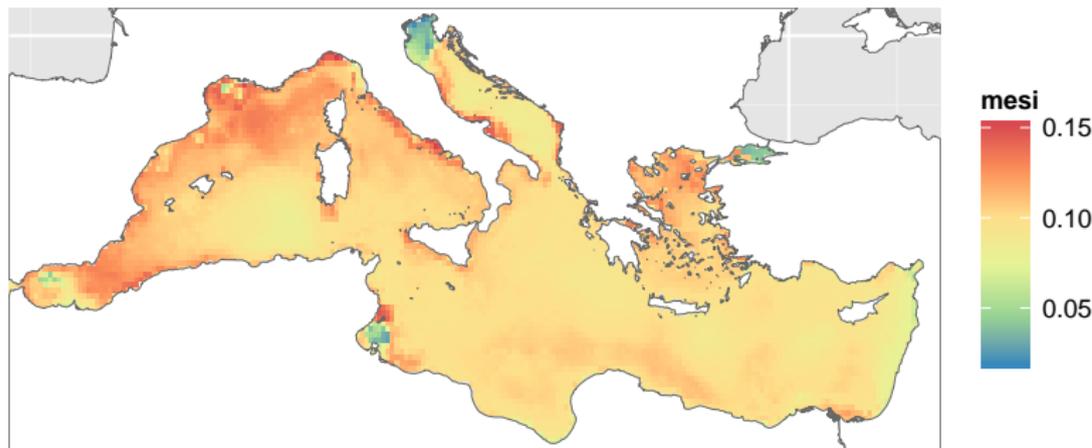
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



- Nord-ouest plus "riche" que le sud et l'est
- MESI peut-être un guide pour établir des MPA pélagiques

Carte de MESI par services

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

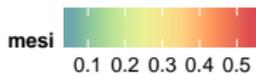
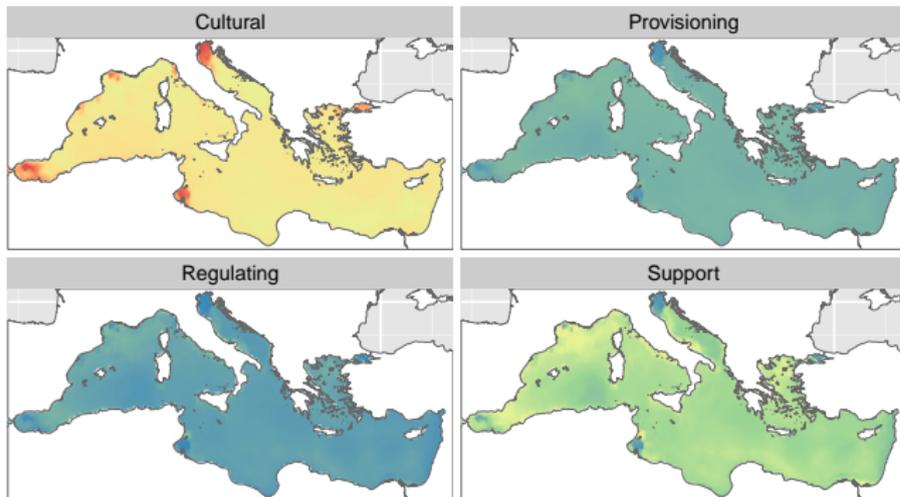
Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion



Conclusion

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- MESI = aide à la décision ex-ante
- Possibilité de suivre l'évolution de l'indice dans le temps
- peut permettre l'évaluation ex-post d'une politique de protection
- méthodologie transposable dans d'autres contextes
- **Merci pour votre attention !**

Conclusion

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- MESI = aide à la décision ex-ante
- Possibilité de suivre l'évolution de l'indice dans le temps
- peut permettre l'évaluation ex-post d'une politique de protection
- méthodologie transposable dans d'autres contextes
- **Merci pour votre attention !**

Conclusion

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- MESI = aide à la décision ex-ante
- Possibilité de suivre l'évolution de l'indice dans le temps
- peut permettre l'évaluation ex-post d'une politique de protection
- méthodologie transposable dans d'autres contextes
- **Merci pour votre attention !**

Conclusion

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- MESI = aide à la décision ex-ante
- Possibilité de suivre l'évolution de l'indice dans le temps
- peut permettre l'évaluation ex-post d'une politique de protection
- méthodologie transposable dans d'autres contextes
- **Merci pour votre attention !**

Conclusion

Multidimension
Ecosystem
Services
Index (MESI)

Charles
Figuières

Construction
de MESI

Théorie
Données

Cartes

Conclusion

- MESI = aide à la décision ex-ante
- Possibilité de suivre l'évolution de l'indice dans le temps
- peut permettre l'évaluation ex-post d'une politique de protection
- méthodologie transposable dans d'autres contextes
- **Merci pour votre attention !**